



# Reportatge:

## ANÀLISI DE MATERIALS





# Sistema constructiu industrialitzat amb plafons de fusta contralaminada de gran format

**2 casos innovadors** d'aplicació en rehabilitació i obra nova

Jordi Olivés  
informatiu@apabcn.cat

■ ■ Les dues solucions innovadores sobre l'aplicació d'un sistema industrialitzat de plafons de fusta contralaminada de gran format que presentem tot seguit, tot i coincidir en el material utilitzat, es corresponen a intervencions amb una casuística, exigències i problemàtiques absolutament diferents.

## Consolidació estructural de l'edifici de Ca la Dona

Per un costat, la intervenció en la consolidació estructural de l'edifici de Ca la Dona, situat al carrer Ripoll, 25 de Barcelona. En aquesta obra s'ha usat el sistema de plafons de fusta industrialitzats per a la configuració dels forjats, els quals es resolen amb aquests elements prefabricats que alhora són adaptables a les dimensions i geometries necessàries per integrar-se a les preexistències. Es tracta d'una solució alternativa per aquest tipus d'intervencions, lleugera, amb un pes inferior a d'altres sistemes convencionals, la qual cosa repercuteix en els esforços que incideixen en els elements estructurals verticals i els fonaments. La prefabricació aporta aquí altres avantatges com la flexibilitat i facilitat d'ajust en obra dels elements, l'optimització del temps de muntatge, la reversibilitat o desmuntatge i reciclatge final del material, i el fet de tenir un baix impacte ambiental amb estalvi d'emissions de CO<sub>2</sub>.

## Els Caus a Vacarisses

Per un altre costat es presenta la construcció de la casa 205, Els Caus, a Vacarisses (en la foto adjunta), projectada amb criteris de sostenibilitat i de reducció del balanç d'emissió de CO<sub>2</sub>, tant en la naturalesa de la construcció com en la seva utilització funcional. El sistema de plafons de fusta és usat aquí com a sistema envoltant de tancaments i coberta i com a sistema estructural en parets i forjats. En el cas de la façana els plafons queden embolcallats per formar una façana ventilada.

## Plafons contralaminats

En ambdós casos s'ha emprat el sistema de la firma KLH, de plafons de fusta massissa d'abet dels quals estan constituïts per una disposició de taulons superposats i encreuats de forma alterna, que són encolats i premsats. S'obtenen així uns plafons de grans dimensions i diferents gruixos segons les exigències, que es poden tallar a mida, i la constitució encreuada dels quals els confereix estabilitat dimensional i capacitat resistent per treballar en ambdues direccions. Les fustes disposen de certificació PFC d'explotacions forestals i les coles són lliures de compostos orgànics volàtils i de formaldehids. Els plafons poden ser de 3, 5, 7, o més capes, de gruix total variable segons les prestacions requerides, amb una baixa conductivitat tèrmica per ser de fusta de  $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$  i un comportament al foc que està en funció de la massa de l'element. ■



## CONSOLIDACIÓ ESTRUCTURAL D'EDIFICI PER A L'ESPAI CA LA DONA A BARCELONA

### Característiques particulars de l'edifici existent

■ ■ L'edifici que ha estat objecte de rehabilitació és el resultat d'una evolució històrica plena d'intervencions en diferents períodes que inclouen ampliacions en planta, remuntes en altura i estintolament de parets de càrrega. Aquesta història tan activa ens fa arribar a un edifici amb una gran heterogeneïtat de solucions constructives tant en forjats com en elements verticals de càrrega. En aquest sentit trobem pilastres i murs de pedra, tàpia i maons massissos; arcs de pedra i de maó; forjats de fusta amb voltes ceràmiques, forjats de fusta amb artesonats o enllisto-



### *L'avantatge del material respecte d'altres productes de construcció amb fusta rau en la capacitat de transmetre càrregues en qualsevol direcció*

nats i forjats de biguetes metàl·liques.

A nivell dels forjats, tot i haver realitzat una diagnosi dels forjats de fusta existents per determinar el seu estat de conservació i la seva capacitat portant, els estrictes requeriments de la propietat i el reduït temps d'execució fan optar per la substitució funcional de la totalitat dels forjats existents. Com a resultat de la diagnosi realitzada prèviament, s'han respectat tots els forjats existents en bon estat, per tal de garantir l'arriostament de l'edifici durant la fase de rehabilitació, exceptuant aquells que atès el seu estat de degradació es desaconsellava la seva permanència. Els forjats existents queden alliberats de qualsevol funció portant llevat de la del seu propi pes i se'n manté la imatge original. Sobre els forjats existents mantinguts s'ha abocat una capa de perlitavermiculita que ha permès aconseguir una superfície segura durant l'execució dels treballs, amb un material transpirable, compatible amb els materials del forjat i alhora que garanteix la protecció contra incendis necessària dels perfils de recolzament dels panells contralaminats dels nous forjats.

### **Panells de fusta contralaminada com a solució material dels forjats**

La solució de substitució funcional de forjats executada es basa en la utilització de panells de fusta contralaminada. L'experiència prèvia de la direcció facultativa amb aquest material ha estat en edificacions d'obra nova, que és l'ús habitual d'aquest material innovador de recent incorporació en el mercat centreeuropeu i especialment a Catalunya. L'avantatge del material respecte d'altres productes de construcció amb fusta rau en la capacitat de transmetre càrregues en qualsevol direcció, produint un efecte real de placa que permet considerar el forjat com una unitat monolítica i rigiditzant.

### **Integració d'un sistema industrialitzat i prefabricat en la rehabilitació**

La innovació aportada i aplicada a l'obra consisteix en utilitzar els panells de fusta contralaminada en rehabilitació, industrialitzant els processos de producció i muntatge de forjats en aquest tipus d'obres. El procés d'industrialització comença amb un aixecament previ de la totalitat de l'edifici. Seguidament es dibuixa en suport informàtic l'espejament més adequat en funció dels requeriments estructurals i del procés

de muntatge previst. La informació gràfica digitalitzada s'envia directament a fàbrica on es tallen les peces a mida amb uns sistemes de mecanització totalment informatitzats. Finalment s'apliquen els tractaments fungicides corresponents mitjançant polvorització també a fàbrica. Paral·lelament a obra es col·loquen els angulars metàl·lics d'acer galvanitzat tipus L on s'han de recolzar els panells de fusta contralaminada, juntament amb la resta de feines de consolidació d'elements estructurals (fonaments, murs de càrrega, arcs, llindes, etc.) i excavació arqueològica. Els panells es traslladen a obra en camions i arriben en sèries segons l'ordre establert de muntatge.

### **Procés de muntatge**

Un dels reptes més importants de la proposta és desplaçar els panells prefabricats per l'interior de l'edifici. Les dimensions dels panells més grans han estat de 1,2 m d'ample per 6,5 m de longitud amb un espessor de 0,25 m i pes de 900 Kg. El principal èxit de l'aplicació és haver aconseguit aquest propòsit gràcies a la utilització de tot un seguit de mitjans auxiliars que han permès desplaçar, girar, elevar i col·locar panells d'importantes dimensions i pesos d'una manera senzilla i sense esforç físic humà rellevant.

El moviment de les plaques per l'interior de l'edifici fins a la seva ubicació final





## Consolidació estructural Ca la Dona, a Barcelona Projecte

■ **Organismes gestors i promotors:** Associació Ca la Dona, Ajuntament de Barcelona, Fons Estatal d'Inversió Local

■ **Projecte d'arquitectura i direcció d'obra:** UPC Universitat, Universitat Politècnica de Catalunya UPC, Càtedra UNESCO de SOSTENIBILITAT

**Arquitecta/professora responsable:** Sandra Bestraten Castells, Equip Universitat Politècnica de Catalunya

**Arquitectura:** Ester Martínez, Emilio Hormías, Anna Manyes, Anna Altemir, Oihana Cuesta, Anna Haro. T.R.A.M. Josep Hierro Associats

**Estructura:** Sandra Bestraten, Emilio Hormías i E. Simó

■ **Direcció d'execució de l'obra:** Universitat Politècnica de Catalunya, Mireia Bosch, Anna Ortega

■ **Coordinadora de seguretat:** Lúcia Echániz

■ **Constructor:** SACYR

■ **Cap d'obra:** Silvia Sanz

■ **Subministrador panells fusta contralaminada:** KLH

■ **Muntatge de forjats:** NixProfusta

■ **Terminis d'execució:** 2008-2009



s'ha resolt fent primer de tot el forjat de coberta. Aquesta decisió ens permet fer la impermeabilització de la coberta des d'un principi protegint la totalitat de l'edifici de les inclemències del temps (especialment la pluja). Aquest primer forjat que es col·loca amb la grua d'obra des de l'exterior ens dona garanties estructurals per poder penjar del mateix forjat els perfils, guies i politges necessàries per col·locar els forjats de la planta inferior. Seguint aquest procés es pot fer el forjat immediatament inferior i així fins arribar a l'últim forjat de planta baixa. D'aquesta forma les càrregues que genera el moviment dels panells per l'interior de l'edifici sempre es carreguen sobre els nous forjats calculats tenint en compte aquestes sol·licitacions o sobre forjats existents conservats amb bona capacitat portant. El fet de collar les guies contra els panells de fusta agilitza i fa molt fàcil el muntatge i desmuntatge dels sistemes auxiliars per desplaçar els panells perquè es tracta de cargolar i descargolar en qualsevol punt de la fusta.

### Èxit i innovació en l'aplicació real dels resultats

La innovació i l'èxit que representa la solució presentada es fonamenta en aprofitar les opcions que ofereix el procés de



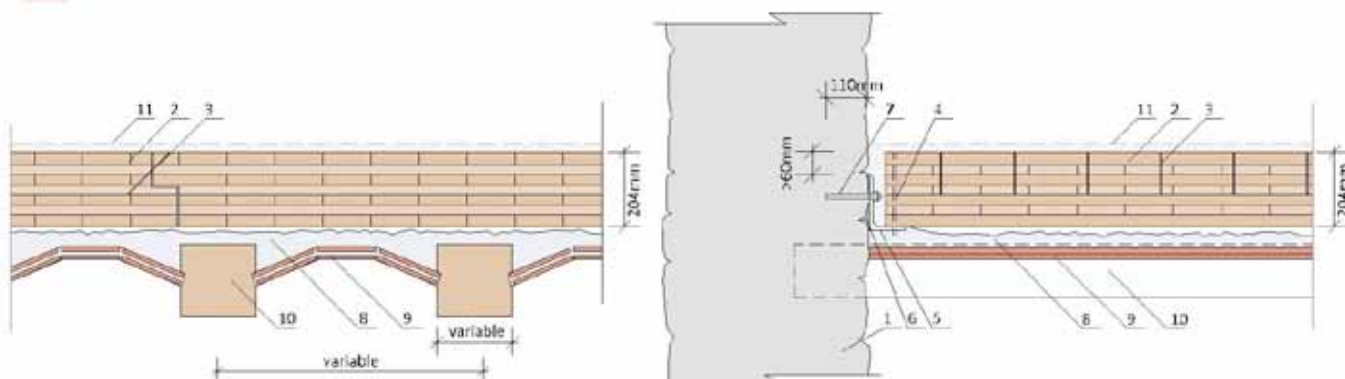
producció industrial del panell de fusta contralaminada per aplicar-les en un nou ús com és la substitució de forjats en rehabilitació. Aquest tipus d'industrialització oberta, permet diversitat infinita de mides de peces, fins i tot possibles ajustaments a l'obra i modificacions estructurals durant la vida útil de l'edifici, oferint un model de futur: la prefabricació flexible.

### Prefabricació en rehabilitació

S'ha aconseguit prefabricar tots els elements del sistema constructiu utilitzat en la rehabilitació estructural de l'edifici de Ca la Dona. La solució adoptada compleix

els requisits propis de la prefabricació convencional (muntatge en sec, industrialització, rapidesa d'execució) i aporta nous valors afegits com el patronatge obert en fàbrica (no s'han d'amortitzar motlles) i la possibilitat de manipulació i modificació puntual dels elements prefabricats en obra (facilitat de tall de la fusta) obtenint una nova forma d'entendre la prefabricació. Concretament en aquesta obra s'han col·locat 272 panells, cadascun d'ells amb mides de llargària i amplada pròpies, amb uns encaixos que s'han de correspondre amb els panells colindants seguint un ordre i emplaçament únic de col·locació en l'edifici. ■

FORJAT DE PANELL DE FUSTA CONTRALAMINADA I FORJAT EXISTENT



1. MUR EXISTENT
2. PANELL DE FUSTA CONTRALAMINADA EI90
3. JUNTA DE PANELL: TIRAFONS 5/160 1C/20CM
4. UNIÓ PANELL-PERFIL: PASSADOR AUTOTALADRANT SFS WS-T Ø7 1C/60 CM
5. PERFIL L 150.90.10 GALVANITZAT

6. RETACAT AMB MORTER DE RESINES
7. ANCORATGE EN MUR C/20 AL TRESBOLILLO: HIT RE500+VARILLA HAS-E M12
8. REOMPLERT DE PERLITA-VERMICULITA E MÍN.=3CM, EI90
9. REVOLTÓ EXISTENT

10. BIGA DE FUSTA DE FORJAT EXISTENT TRACTADA AMB FUNGICIDA PER INJECCIÓ
11. ACABAT DE PAVIMENT PER EXECUTAR
12. ACABAT PANELL CARTRÓ-GUIX
13. PANELL CARTRÓ-GUIX E=2X13MM. EI90



## CASA 205 ELS CAUS, A VACARISSES

## El Projecte

■ ■ El projecte d'aquesta casa unifamiliar es va construir respectant al màxim les característiques preexistents del solar (topografia, vegetació, etc.), minimitzant els moviments de terra. La fonamentació es va fer amb dues úniques sabates de formigó corregudes superficials, directament sobre la roca. Es va utilitzar estructura de fusta laminada en panells de gran format KLH –per murs (e=6-9cm) i forjats (e=12 cm)–. El temps d'execució d'aquesta fase d'obra va ser de 6 dies. Alguns d'aquests panells es van deixar vistos a l'interior de la casa. Aquest sistema es comporta com una estructura difosa on no hi ha una jerarquia o una estructura cartesiana de descens de càrregues sinó que tota l'estructura treballa en conjunt. Aquest model estructural ens permet un dimensionat molt eficient de l'estructura, així com la possibilitat de fer grans vols, en aquest cas ha permès articular la geometria de la roca i la de la casa alhora que ha fet estalviar i minimitzar molt la fonamentació.

Aquest sistema estructural permet una disminució molt important del pes, de matèria, d'energia incorporada i per tant les emissions de CO<sub>2</sub> associades a la fonamentació i estructura de l'edifici. La facilitat, la rapidesa i l'estalvi d'aigua que proporciona el muntatge en sec, ha permès muntar tota la construcció des del carrer i ha reduït molt el cost i temps d'obra. La fusta laminada és un material renovable, un sistema desmuntable i per tant reutilitzable i reciclable, i té un cicle de vida pràcticament tancat.

Les façanes són totes ventilades i acabades amb fusta conífera tipus pi flandes. Les obertures també estan resoltes amb fusteries de fusta protegides amb porticons practicables. La transpirabilitat de la façana queda garantida mitjançant una lamina tipus TYBEK –transpirable– que protegeix la fusta. La coberta serà plana degut per reduir l'impacte visual que la casa des del carrer. La transpirabilitat de la coberta es resol mitjançant una làmina de drenatge que crea una petita cambra ventilada. ■

Casa 205 Els Caus  
a Vacarisses  
Projecte

■ ■ **Autor:** HARQUITECTES (David Lorente, Josep Ricart, Xavier Ros, Roger Tudó)

■ ■ **Col·laboradors:** Toni Jiménez, interiorista; Montse Fornés, arquitecta; Miguel Ángel Rodríguez Nevado, arquitecte

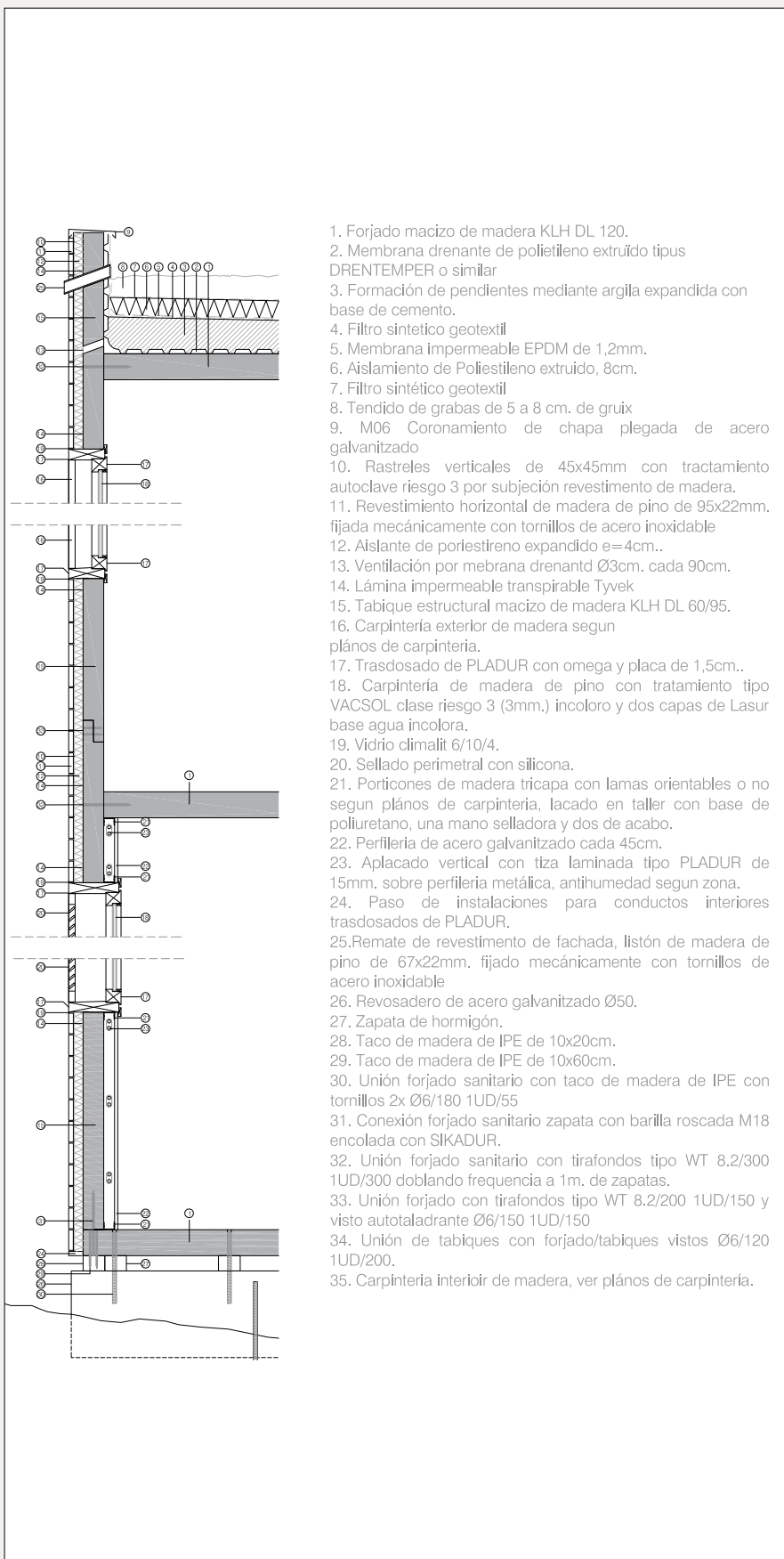
■ ■ **Arquitecte tècnic i coordinador de seguretat:** Artur Gispert

■ ■ **Constructor:** Elisdoma Promocions

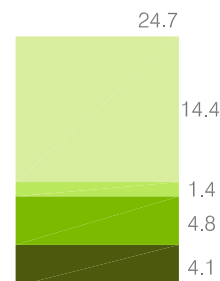
■ ■ **Any de realització:** 2007-2008

Superfície construïda: 128 m<sup>2</sup>





L'edifici redueix un 51% les emissions de CO<sub>2</sub> respecte un edifici estàndard.



edifici construït

Estimació feta a partir de l'anàlisi de la demanda energètica i els consums reals del habitatge.

- Reducció de la demanda energètica ≈30% sobre CTE per disminució de la transmissió tèrmica de tancaments i fusteries.  
 Transmissió mitjana zones opacques, U= 0.42 W/m²K

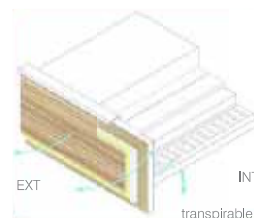
Transmissió màxima forats, U=2.13 W/m²K

- Calefacció per estufa de biomassa amb suport de radiadors elèctrics pels dies amb temperatures més extremes.

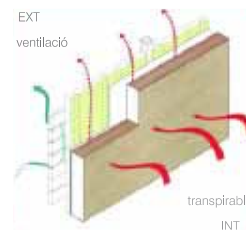
- Estructura i tancaments amb materials de baixa energia incorporada (materials que per la seva producció, posada a l'obra i recuperació al final del seu cicle de vida s'utilitza poca energia i per lo tant es redueixen les emissions de CO<sub>2</sub>).

- Estructura de fusta contralaminada tipus KLH, de baix pes i que permeteix treballar tot l'edifici com una gran viga, minimitzant la cimentació i el moviment de terres.

- Minimització de superfícies amb revestiments.



Coberta: Forjat massís de fusta laminada d'avet KLH de 12 cm / Membrana drenant de polietilè extruït DRENTemper / Formació pendents d'argila expandida amb base de ciment / Feltre sintètic geotextil / Membrana Impermeable EPDM 1,2mm / Aïllament de polietilè extruït, 9cm / Feltre sintètic geotextil / Capa de grava de 5-8cm



Façana: Panel de fusta laminada d'avet tipus KLH de 9.5 cm / Lámina Impermeable i transpirable tipus Tyvek / Poliestilè extruït de 40mm / Revestiment horitzontal de fusta de pi de Flandes amb tractament tipus Bacsol